

LXVIII. *Von der Leitungsfähigkeit der feuchten Luft; von P. S. Munck af Rosenschöld<sup>1)</sup>.*

Adjunct der Physik zu Lund.

Eine wichtige Frage in der Elektrizitätslehre ist gewiss diese: Welchen Einfluss hat die Luft, als umgebendes Medium aller Körper, auf die freie Elektrizität. Diesen Einfluss, er sey groß oder gering, ist allerdings von Wichtigkeit zu kennen, wenn man ein elektrisches Phänomen beobachten oder erklären will.

Es wird allgemein angenommen, dass die trockne Luft ein Nichtleiter sey, die feuchte dagegen ein so guter Leiter, dass sie elektrisirten Körpern schnell ihre freie Elektrizität entziehe; daher gelingen die elektrischen Versuche gut, wenn das Hygrometer auf Trockniß zeigt, dagegen schlecht oder gar nicht, wenn es dem Feuchtigkeitspunkt nahe kommt. Weil also die Erfahrung dafür zu sprechen scheint, hat man die Sache für ganz ausgemacht angesehen, und fast Niemand hat sich mit weiteren Untersuchungen beschäftigt.

Als ich mich mit elektrischen Versuchen zu beschäftigen anfang, wurde mir bald diese so schnelle Fortleitung des elektrischen Fluidums in feuchter Luft zweifelhaft. Ich hatte nämlich beobachtet, dass eine Elektrisirmaschine, welche man im Winter aus einem geheizten und trocknen Zimmer in die feuchte Luft bringt, nicht sogleich, sondern erst allmählig an Kraft verliert. Ich

1) Aufser der vorliegenden Abhandlung hat mir der geehrte Hr. Verfasser noch drei verwandten Inhalts übersandt, an deren augenblicklichen Aufnahme mich nur die Fülle anderweitiger Gegenstände verhindert, die ich aber in nächster Zukunft den Lesern mitzutheilen bemüht seyn werde.

war daher geneigt zu glauben, daß das Wassergas, gleich anderen Gasarten, ein Nichtleiter sey, und dann erst leitend werde, wenn es condensirt wird, und als liquides Wasser die isolirenden Theile des Apparats mit einem Wasserhäutchen überzieht. Von Zeit zu Zeit habe ich Versuche hierüber angestellt; die Untersuchung aber ist schwierig, und erst nach vieler Mühe und bedeutendem Zeitaufwand gelang es mir hierüber zu einiger Gewissheit zu kommen. Ich will die Versuche hier in derselben Ordnung, wie ich sie vorgenommen habe, beschreiben, weil sie zugleich ein Beispiel abgeben, welche Aufmerksamkeit man auf Untersuchungen dieser Art verwenden muß, um nicht irre geleitet zu werden.

Um den Feuchtigkeitsgrad der Luft zu bestimmen, habe ich mich eines Federkielhygrometers bedient, welches auf eine ähnliche Art, wie Kummer in Gilbert's Annalen der Physik, Bd. LIX S. 306, beschreibt, von mir verfertigt ist. Dieses Hygrometer hat den Vorzug, daß es sehr empfindlich ist, und daß der Punkt der größten Nässe sehr fix ist und sich mit der Zeit nur wenig verändert; die Zwischengrade aber sind, wenigstens bei meinem Exemplare, bei weitem nicht so sicher, und können leicht um einen ganzen Grad fehlweisen. Die Correction für Wärme habe ich durch Eintauchen in Wasser von verschiedenem Wärmegrad bestimmt, wobei ich die Temperatur von  $15^{\circ}$  C. zum Grunde gelegt habe. Sie beträgt  $0^{\circ},15$  für jeden Temperaturgrad, d. h. eine Aenderung der Wärme von  $20^{\circ}$  C. entspricht drei Hygrometergraden. Man kann also, wo ich bei Angaben der Feuchtigkeit die Temperatur beigefügt habe, die Correction leicht bestimmen. Mit diesem Instrumente habe ich die Feuchtigkeit der Luft über ein Jahr beobachtet. Oft erreicht sie im Winter, besonders bei neblichter Witterung, ihr Maximum; in den Sommermonaten dagegen steht das Quecksilber gewöhnlich zwischen  $60^{\circ}$  und  $70^{\circ}$ , und nie habe ich größere Trockniß als von  $50^{\circ}$  beob-

achtet. — Noch muß ich bemerken, daß ich mich immer bei meinen Untersuchungen, wenn nicht gerade das Gegentheil gesagt wird, des altparisischen Maasses bedient habe.

Die ersten Versuche waren der nichtleitenden Eigenschaft der feuchten Luft nicht sehr günstig. Hierzu bediente ich mich einer kleinen Leidner Flasche von 24 Quadratzoll belegter Oberfläche. Aufser dem gewöhnlichen, mit einer Kugel versehenen verticalen Draht, befestigte ich noch an den Pfropfen einen zweiten horizontalen, um daran ein Elektrometer zu hängen. Dieses bestand aus zwei Kugeln von Hollundermark,  $3''\frac{1}{4}$  im Durchmesser, welche an einem 9" langen, sehr dünnen ungezwirnten und mit einer Auflösung von Chlorcalcium getränkten Flachsfaden aufgehängt waren.

*Versuch 1.* Die Flasche wurde durch Wärme trokken gemacht und mit dem Elektrometer versehen, nachher schwach elektrisirt und auf den etwas warmen Ofen gestellt. Die Divergenz (der Abstand der Kugeln von einander) war anfangs 2", und verminderte sich langsam; nach 5 Minuten war sie 17". Der Feuchtigkeitsgrad des mäßig geheizten Zimmers betrug  $59^{\circ}$ .

*Versuch 2.* Die Flasche wurde auf's Neue gewärmt und bis auf 2" Divergenz geladen, und dann in ein kaltes Zimmer, wo das Hygrometer bis auf  $73^{\circ}\frac{1}{2}$  herabsank, gestellt. Die Divergenz verminderte sich fast in demselben Augenblicke, als das Elektrometer in die feuchte Luft kam, bis zu einem gewissen Grade, unter welchem sie nur langsam sank. Nach 5 Min. betrug sie 10" und nach 15 Min. noch 9". Als die Flasche nach dieser Zeit wieder auf den Ofen gebracht wurde, verschwand die Elektrizität in wenigen Minuten. — Beide Versuche wurden mit wenig abweichendem Erfolge wiederholt.

*Versuch 3.* Die Flasche wurde wieder gewärmt und nur auf  $9''\frac{1}{2}$  Divergenz geladen. Als ich sie nun in die Kälte

brachte, nahm die Spannung in den ersten Secunden wenig oder gar nicht ab, und nach 5 Minuten betrug sie noch 8".

Aus diesen Versuchen scheint hervorzugehen, daß die feuchtere Luft, wenigstens bei höherer Spannung, mehr leitet als die trocknere. Jedoch glaubte ich damals, daß die größere Leitungsfähigkeit des Fadens in feuchter Luft, durch die Anziehung des Chlorcalciums zum Wasser noch erhöht, eine größere Zerstreung der freien Elektrizität bewirkt hätte.

Weil ich bemerkte, daß der Flachsfa den die Intensität sehr schwächte, stellte ich mehrere Versuche ohne Elektrometer an. Die Flasche wurde nach Erhitzen des unbelegten Theils mit 16 Umdrehungen einer schwach wirkenden Elektrisirmaschine geladen und die Menge der zurückbleibenden Elektrizität nach dem Gefühle der Entladung durch die Arme geschätzt. Nach der Ladung wurde die Flasche abwechselnd auf den etwas warmen Ofen und in die freie und sehr feuchte Luft gebracht, und nach einer gewissen Zeit (gewöhnlich 5 Min.) entladen. Die Feuchtigkeit der Luft im Zimmer betrug  $62^{\circ} \frac{1}{2}$ , im Freien dagegen wenigstens  $96^{\circ}$ , während die Temperatur an jenem Ort  $13^{\circ}$  und an jenem ungefähr  $0^{\circ}$  war. — Obgleich diese Versuche aus Ursachen, die ich damals nicht entdecken konnte, ziemlich von einander abwichen, ergab sich doch, daß die so feuchte Luft im Freien überhaupt der Flasche nicht mehr Elektrizität raubte als die weit trocknere auf dem Ofen. Einmal war sogar der Schlag, welchen die Flasche, nachdem sie 5 Minuten in der feuchten Luft gestanden, gab, demjenigen fast völlig gleich, welchen man unmittelbar nach der Ladung fühlte, und verursachte einen ziemlichen Stofs in dem Ellenbogen; wenn aber die Flasche nicht im Voraus erwärmt wurde, war der Schlag, wegen Condensirung der Feuchtigkeit am unbelegten Theile, nach derselben Zeit unmerklich.

Da ich bemerkt hatte, daß das Quadrantenelektrometer bei weitem nicht so viel Elektrizität zerstreut als das obige Flachsfadenelektrometer, befestigte ich jenen unmittelbar an den Draht der Flasche, und stellte folgende Versuche an, welche sehr übereinstimmten.

*Versuch 4.* Die Flasche wurde nach Erhitzung genau auf  $30^{\circ}$  des Quadrantenelektrometers geladen und sogleich unter freiem Himmel gesetzt; weil es aber ein wenig wehte, war es nicht möglich den Stand des Zeigers hier mit Genauigkeit zu beobachten. Ich brachte daher die Flasche nach 3 Min. Zeit so geschwind als möglich wieder in's Zimmer, und beobachtete hier, daß der Zeiger auf  $22^{\circ}$  gesunken war. Nachher machte ich denselben Versuch im Zimmer, nachdem ich die Flasche nach Wiedererwärmung und Elektrisirung auf den trocknen, aber wenig warmen Kachelofen gestellt hatte. Das Elektrometer sank hier binnen 3 Min. von  $30^{\circ}$  bis auf  $24^{\circ}$ .

Diesen Versuch wiederholte ich zwei Mal, und das Elektrometer fiel jedesmal im Freien auf  $22^{\circ}$  und bei dem Gegenversuche im Zimmer auf  $23^{\circ}$ . Der Unterschied der Menge von Elektrizität, welche in feuchter und trockner Luft fortgeleitet wird, ist also unter diesen Umständen sehr gering, und kann wohl nur durch Condensirung von ein wenig Wasser beim Wiederbringen der Flasche in die wärmere Luft herrühren.

Sämmtliche Versuche, die ich bisher angeführt habe, sind an einem Tage (18. Jan. 1833), da sich der Hygrometerstand im Zimmer und im Freien nur wenig veränderte, angestellt. Sie beweisen offenbar, daß wenn auch die feuchte Luft unter gewissen Umständen das elektrische Fluidum leichter als die trockne Luft fortleitet, sie doch gewiß nicht so viel Elektrizität als man geglaubt hat zerstreut.

Bisher hatte ich nur Versuche angestellt mit einer Ladungsflasche, welche fester ihre Elektrizität zurückhält, und wobei nur ein geringer Theil der elektrisirten Oberfläche

mit der äußeren Luft in Berührung steht. Ich nahm mir daher vor, auch einfach elektrisirte Körper der Einwirkung der feuchten Luft auszusetzen. Hierzu benutzte ich zuerst das vorher erwähnte Flachsfadenelektrometer, an einem zwei Fufs langen Faden von roher Seide isolirt. Diesen Stoff wählte ich darum als Isolator, weil er, nach Cavallo, sogar bei feuchter und regnigter Witterung, sehr geschickt dazu ist. Die Versuche wurden am 22., 23. und 24. Januar angestellt.

*Versuch 5.* Das Elektrometer wurde mitten im geheizten Zimmer aufgehängt und durch die voraus geladene Flasche elektrisirt. Die Divergenz war anfangs 1" bis  $1\frac{1}{2}$ ", verminderte sich aber schnell in wenigen Augenblicken bis auf einen gewissen Grad, welcher lange fast derselbe blieb. Nach 11 Minuten berührten die Kugeln einander. — Derselbe Versuch wurde zu verschiedenen Zeiten wiederholt, aber nie mit ganz demselben Erfolge. Die Dauer der Divergenzen war bei verschiedenen Versuchen 13, 8, 6, 7 und 9 Min. Eine stärkere Elektrisirung verlängerte nicht die Zeit, während welcher die Divergenz noch merkbar war, so wie auch eine beträchtliche Abkürzung der isolirenden Faden dieselbe nicht verminderte. Das Hygrometer zeigte während der Versuche ungefähr  $60^{\circ}$  und das Thermometer  $13^{\circ}$ .

*Versuch 6.* Das Elektrometer wurde auf dieselbe Weise in einem kalten Nebenzimmer, wo die Temperatur  $+4^{\circ}$  und die Feuchtigkeit  $77^{\circ}\frac{1}{2}$  war, aufgehängt und nachher elektrisirt. Die Elektrizität verschwand hier weit früher, und die Kugeln berührten einander schon nach  $1\frac{1}{2}$  Min. — Bei Wiederholungen dieses Versuches war die Divergenz nach 1, 2,  $1\frac{1}{2}$  und 2 Min. verschwunden. Abkürzung des seidenen Fadens bis auf 6" bewirkte keine schnellere Zerstreuung der Elektrizität.

*Versuch 7.* Das Elektrometer wurde im Freien, wo die Temperatur  $-1^{\circ}\frac{1}{2}$  und die Feuchtigkeit  $94^{\circ}\frac{1}{2}$  war, aufgehängt. Ich überzeugte mich, dafs die Divergenz höch-

stens 3 Secunden dauerte; oft war sie gleich nach der Elektrisirung verschwunden. Auch hier war die Abkürzung des Fadens von keinem Einfluß; ein Beweis, daß fehlerhafte Isolirung die schnelle Zerstreuung der Elektrizität nicht allein bewirkte. Außerdem hatte ich gefunden, daß das Elektrometer, welches mit seinem Faden dieser feuchten Luft lange ausgesetzt war, doch gleich gut wie vorher seine Elektrizität zurückhielt, wenn es schnell in's trockne Zimmer gebracht und daselbst elektrisirt wurde.

*Versuch 8.* Das Elektrometer wurde über der Thür des Ofens so aufgehängt, daß es dem trocknen und warmen Luftstrome, der davon aufstieg, ausgesetzt war. Es divergirte 20 Min., und noch etwas länger als ich den Versuch wiederholte.

Diese Versuche schienen zwar beim ersten Anblick unzweideutig zu beweisen, daß die feuchte Luft weit besser leite als die trockne; doch wurde bei weiterem Nachdenken auch folgende Erklärung wahrscheinlich: Der feine Faden, an dem die Kugeln aufgehängt sind, hat mehre äußerst feine Spitzen, welche nicht anders als noch einfachere und feinere Fäden, woraus der dickere zusammengesetzt ist, zu betrachten sind. Diese losgerissenen Fäden sind unstreitig daran Schuld, daß das Elektrometer auch in trockner Luft keine bedeutende Spannung annehmen kann. In feuchter Luft muß diese Eigenschaft der Spitzen, Elektrizität zu zerstreuen, noch merkbarer werden, bloß dadurch, daß der Faden selbst, und besonders die losgerissenen Spitzen, gleich nach der Hinausbringung in die feuchte Luft, eine größere Menge Wasser anziehen. Dadurch wird die Leitungsfähigkeit, und folglich auch die Fähigkeit der Spitzen, Elektrizität zu zerstreuen, vermehrt; und wenn sie wieder in trockne Luft gebracht werden, lassen sie schnell einen Theil ihres Wassers fahren und leiten weniger. Daß diese Reaction zwischen den mit Chlorcalcium überzogenen Spitzen und dem Wassergas der Luft sehr geschwind, und fast augenblick-

lich erfolgen müsse, ist leicht zu begreifen, wenn man die große Anziehung des Chlorcalciums zum Wasser und die außerordentliche Feinheit der Spitzen bedenkt. Die Anomalien, die man oft bei Versuchen, welche auf dieselbe Weise und an einem Orte, unter denselben Umständen angestellt sind, gewahr wird, scheinen auch durch die Veränderung in der Anzahl und Lage, welcher die Spitzen immer ausgesetzt sind, erklärbar zu seyn.

So genughuend mir auch diese Erklärung vorkam, wurde sie doch durch Versuche, die ich nachher anstellte, weniger wahrscheinlich.

*Versuch 9.* Während das Elektrometer im trocknen Zimmer hing, wurde der Flachsfa den auf die Weise naß gemacht, daß er zwischen nassen Fingern gestrichen und gleich darauf elektrisirt ward; die Divergenz aber verschwand nicht früher als gewöhnlich.

Ich verfertigte mir nachher ein Elektrometer, von dem vorigen nur dadurch verschieden, daß der sehr dünne Flachsfa den nicht mit Chlorcalciumlösung getränkt war. Es hatte noch mehr als das vorige sehr feine hervorstehende Spitzen. Mit diesem Elektrometer wiederholte ich einige der vorigen Versuche, fand aber, daß es noch früher als das ältere Elektrometer seine Elek tricität verlor. Im geheizten Zimmer verschwand die Divergenz bei drei Versuchen nach 4 bis 5 Min., und im Freien nach wenigen Secunden. Wurde das Elektrometer mit dem isolirenden Faden vor der Aussetzung der feuchten Luft gut getrocknet, divergirte es etwas länger, 7 bis 8 Secunden oder mehr.

Aus diesen Versuchen geht es denn hervor, daß nicht das Chlorcalcium die schnellere Zerstreuung der freien Elek tricität in feuchter Luft bewirkt. Kann also bloß die Anziehung der vegetabilischen Stoffe des Fadens zum Wasser dieß bewirken, oder muß man annehmen, daß die mit Wassergas geschwängerte Luft wirklich mehr leite als die trockne? Ich befand mich in dieser Rücksicht



in großer Ungewissheit, und war neugierig zu sehen, wie sich abgerundete Körper verhalten möchten. Ich versuchte es daher mit einem blechernen Conductor von cylindrischer Form, 12" lang und  $2\frac{3}{4}$ " dick. Dieser wurde an einem 2' langen Faden von grüner gezwirnter Seide, welche fast eben so gut als die rohe isolirt, aufgehängt, und die Stärke der Elektricität bloß durch die Größe der Funken bestimmt.

*Versuch 10.* Ich elektrisirte den Conductor im geheizten Zimmer, wo die Temperatur  $13^{\circ}$  und die Feuchtigkeit  $61^{\circ}$  war, mit der kleinen Ladungsflasche, welche auf  $40^{\circ}$  des Quadrantenelektrometers geladen wurde. Nach einer Minute war der Funke zwar geschwächt, doch ziemlich stark, und nach 5 Min. noch merkbar, aber sehr schwach.

*Versuch 11.* Derselbe Versuch wurde nun im kalten Zimmer, wo die Temperatur  $3^{\circ}\frac{1}{2}$  und die Feuchtigkeit (corrigirt)  $80^{\circ}\frac{1}{2}$  war, angestellt. Der Funke war schon nach einer Minute nicht stärker als beim vorigen Versuche nach 5 Min., und nach dieser Zeit war fast alle Elektricität am Conductor verschwunden.

Beide Versuche (10 und 11) wurden mit fast demselben Erfolge wiederholt.

*Versuch 12.* Der Conductor wurde im Freien, wo das Thermometer  $-2^{\circ}\frac{1}{2}$ , und das Hygrometer, wegen des eingetretenen Nebels, ungefähr  $101^{\circ},5$ , also corrigirt  $98^{\circ},8$  zeigte, aufgehängt und elektrisirt. Er blieb kaum 8 Secunden elektrisch.

Weil diese Versuche ganz gegen meine Erwartung ausfielen, wurde mir nun der isolirende Seidenfaden verdächtig, und ich entschloß mich, statt dessen Glasröhren zu Isolatoren zu wählen. Ich benutzte daher bei den folgenden Versuchen den Conductor meiner Zeugmaschine, welcher dem vorigen ganz gleich, und auf zwei 9" langen mit Bernsteinfirniß überzogenen Glasröhren ruhte.

*Versuch 13.* Die Glasröhren wurden von dem Con-

ductor entfernt, über eine halbe Stunde im Ofen erwärmt und dann wieder inwendig in die Blechröhre des Conductors eingepafst. Dieser wurde nun abwechselnd im kalten und warmen Zimmer durch die auf  $40^{\circ}$  geladene Flasche elektrisirt, und der Funke nach einer Minute hervorgelockt. Dieser war im kalten Zimmer wenigstens eben so stark wie im warmen, und an jenem Orte bedeutend stärker als beim Versuche 11. Die Temperatur des warmen Zimmers war  $12^{\circ} \frac{1}{2}$  und dessen Feuchtigkeit  $62^{\circ}$  bis  $63^{\circ}$ . Die Feuchtigkeit des kalten Zimmers dagegen (corr.)  $78^{\circ}$ .

*Versuch 14.* Nachdem die Glasröhren wieder über eine halbe Stunde erwärmt waren, wurde der Conductor darauf gestellt, und in's Freie, wo die Temperatur  $-1^{\circ} \frac{1}{2}$  und die Feuchtigkeit corr.  $94^{\circ} \frac{1}{2}$  war, gebracht. Er wurde wie gewöhnlich mit der Flasche, auf  $40^{\circ}$  geladen, elektrisirt. Nach Verlauf einer Minute war der Funke nicht merkbar schwächer als bei dem vorigen Versuche in trockener Luft. Nun wurde der Conductor in das warme Zimmer zurückgebracht und elektrisirt. Der Funke aber war nach derselben Zeit nicht stärker als im Freien. Der Conductor wurde wieder in's Freie gebracht und wie gewöhnlich elektrisirt. Der Funke war dieses Mal nach einer Minute sehr stark, und nicht merkbar schwächer als wenn derselbe gleich nach Elektrisirung hervorgelockt worden wäre. Ich elektrisirte von Neuem, aber nun war der Funke nach derselben Zeit schwächer.

Hieraus scheint es also zu folgen, daß die schnelle Zerstreuung der Elektrizität in feuchter Luft bei den Versuchen 11 und 12 dem seidenen Faden zugeschrieben werden muß. Folgender Versuch ist in dieser Rücksicht völlig entscheidend.

*Versuch 15.* Die Glasröhren wurden stark erwärmt, und noch warm in den Conductor, an dem der obige 2 Fufs lange Seidenfaden befestigt war, eingesetzt. Dann wurde der Conductor mit seinem Gestelle, welches der

Seidenfaden berührte, sogleich in's Freie gebracht und wie gewöhnlich elektrisirt. Die Intensität nahm so geschwind ab, daß der Funke nach 7 bis 8 Sec. kaum hörbar, und nach 15 bis 16 Sec. im Dunkeln kaum sichtbar war. Dann nahm ich den Seidenfaden weg und elektrisirte den Conductor wieder. Jetzt erhielt sich die Elektrizität gut und der Funke war nach einer Minute ziemlich stark. Diese Versuche mit und ohne Seidenfaden konnte ich mehrere Male mit demselben Erfolge wiederholen, bis endlich die Glasröhren ganz kalt waren und nicht länger isolirten.

Es scheint daher ausgemacht zu seyn, daß Seidenfäden, wenn sie auch gut getrocknet sind, in feuchter Luft sehr schlecht isoliren, und man muß also annehmen, daß sie gleich nach dem Hineinbringen in diese auswendig mit einem Wasserhäutchen belegt werden, welches die Elektrizität fortleitet. Bei Glasröhren dagegen, welche längere Zeit eine höhere Temperatur behalten können, findet dieß nicht statt.

Durch die Versuche, die ich bis jetzt angestellt habe, ist die Frage, ob die feuchte Luft die Elektrizität fortleite, in so weit beantwortet, daß sie abgerundeten Körpern nicht mehr Elektrizität als die trocknere entzieht. Ob aber dieß auch bei zugespitzten Körpern, welche Elektrizität ausströmen lassen können, stattfindet, ist noch nicht ausgemacht. Man findet nämlich, daß die schnelle Abnahme der elektrischen Intensität, die eintritt, wenn das elektrisirte Flachsfadenelektrometer in feuchte Luft gebracht wird, zwar zum Theil, aber nicht ganz der schlechten Isolirung des Seidenfadens zugeschrieben werden muß.

Hier muß ich eines Umstandes erwähnen, auf welchen Beccaria <sup>1)</sup> und Cavallo <sup>2)</sup> bei ihren Versuchen über die atmosphärische Elektrizität aufmerksam wur-

1) Gilbert's Annalen der Physik, Bd. LI S. 52.

2) Vollständige Abhandlung von der Elektrizität, Bd. I S. 342.

den, und welcher einen directen Beweis für die größere Leitungsfähigkeit der feuchten Luft abzugeben scheint. Nach ihrer Erfahrung sammelt die Schnur des elektrischen Drachens die Elektricität der Luft um so schneller je feuchter diese ist, d. h. wenn die Schnur ableitend berührt wird, erreicht dieselbe weit schneller den vorigen Grad der Spannung bei feuchter als bei trockner Witterung. Man findet leicht, daß diese Erfahrung eben so wenig als die schnelle Abnahme der Elektricität bei meinen Versuchen mit dem Flachsfadenelektrometer einen directen Beweis für die größere Leitungsfähigkeit der feuchten Luft seyn kann; weil die hanfene Schnur, deren sich die beiden Naturforscher bedienten, sehr viele Spitzen, die leicht Feuchtigkeit anziehen, haben mußte. Ich selbst habe in den Jahren 1824 und 1825 mehrere Versuche mit elektrischen Drachen zu verschiedenen Jahreszeiten angestellt, und bediente mich statt der hanfenen Schnur eines hinlänglich starken Messingdrahtes, der aus mehreren, an ihren Enden durch leinene Fäden zusammengefügtten Stücken zusammengesetzt war. Da diese Versuche fast in Vergessenheit gerathen waren, durchlief ich das darüber geführte Tagebuch, um zu sehen, welchen Einfluß die Feuchtigkeit der Luft auf die Elektricität des Drahtes gehabt haben möchte; aber immer wurde ich über die große Langsamkeit, mit welcher die Elektricität der Luft, ausgenommen bei Regen, in denselben übergegangen war, verwundert. Ich halte es daher für nicht unwahrscheinlich, daß der Draht bei schwachen Intensitäten gar keine Elektricität angenommen hätte, wenn die leinene Ligatur nicht da gewesen wäre. Also steht auch meine frühere Erfahrung mit den jetzigen Versuchen mit abgerundeten Körpern in Uebereinstimmung.

Man sieht, daß ich mich mit meiner Untersuchung über die Leitungsfähigkeit der feuchten Luft bei weitem nicht im Reinen befand, und es war daher nöthig die Versuche fortzusetzen; die Witterung aber wurde bald trockner

und meine Aufmerksamkeit auf andere Gegenstände gerichtet. Erst später, im Monate Juli, fand ich Gelegenheit die Untersuchung mit Hülfe einer Glasglocke weiter zu treiben, und zuletzt gelang es mir, jedoch mit einiger Schwierigkeit, jeden Zweifel wegzuräumen.

Die Glasglocke, die ich hierzu gebrauchte, war unten beinahe 5" weit, aufwärts etwas schwächer, und endete mit einem engen Halse 5" lang und 8" dick. Die Höhe der Glocke, aufser dem Halse, betrug  $10\frac{1}{2}$ ". Eine Glasröhre, 6" lang und  $3\frac{1}{2}$ " weit, von altem und sehr gut isolirendem Glase, wurde mit einer guten Harzcomposition so überzogen, dafs nur ein Zoll in der Mitte frei blieb, und an dieser Stelle wurde sie mit Leder so umgeben, dafs sie in den Hals der Glocke nach Art eines Pfropfens eingesetzt werden konnte. Durch die Glasröhre wurde ein  $\frac{3}{4}$ " dicker und 11" langer Eisendraht geleitet, und so gebogen, dafs er unten mit einem Haken und oben mit einem  $4\frac{1}{4}$ " langen horizontalen Arm sich endete.

Bei den folgenden Versuchen stand das Thermometer im Zimmer, immer zwischen  $20^{\circ}$  bis  $23^{\circ}$  und der Hygrometer zwischen  $60^{\circ}$  bis  $70^{\circ}$ .

*Versuch 16.* Im Zimmer, wo ich die Versuche anstellte, zeigte das Thermometer  $21^{\circ}\frac{1}{4}$  und das Hygrometer  $66^{\circ}\frac{1}{2}$ ; in der Glasglocke dagegen, welche blofs auf Papier stand, war die Luft etwas feuchter, ungefähr  $69^{\circ}$ . Das Glasrohr wurde erwärmt, und das neuere Elektrometer, dessen Flachsfaden nicht in Chlorcalciumlösung getränkt war, an den Haken gehängt, und in die Glocke so weit eingeführt, dafs die Oeffnung durch den ledernen Beschlag der Röhre verschlossen war. Nachher wurde der Elektrometer, dessen Kugeln mehrere Zoll vom Boden abstanden, mittelst der kleinen Ladungsflasche, welche auf  $10^{\circ}$  geladen war, elektrisirt. Die anfängliche Intensität verminderte sich sehr geschwind, das Elektrometer aber erhielt sich lange ungefähr bei  $2\frac{1}{2}$ " Divergenz, und erst nach 53 Min. war diese völlig verschwunden.

Nach 1 Stunde 54 Min., als der Eisendraht mit einem Cavallo'schen Elektrometer (jedoch nach größerem Maassstabe verfertigt) berührt wurde, divergirte dieses ungefähr  $1''\frac{1}{2}$ . Durch Versuche überzeugte ich mich, daß wenn die Kugeln des Flachsfadenelektrometers einander berührten, doch so viel Elektrizität übrig war, daß Cavallo's Elektrometer  $3''\frac{1}{2}$  divergirte. — Bei Wiederholung dieses Versuches fand ich, daß die größte Divergenz, welche der Elektrometer annehmen konnte, ungefähr  $5''$  gleich war.

*Versuch 17.* Die Glocke wurde mit kaltem Wasser, welches nur  $2''$  bis  $3''$  aufstieg, gesperrt, und so mit dem Elektrometer die Nacht über sich selbst überlassen. Morgens früh isolirte das Glasrohr so schlecht, daß die Kugeln nach Elektrisirung sogleich an einander fuhren; das Rohr wurde daher herausgenommen und nach Erwärmung wieder mit dem Elektrometer an der vorigen Stelle befestigt. Ich fand, daß die Divergenz weit schwächer war als gestern, und schon nach 2 Min. aufhörte. Nach einer ganzen Stunde afficirte jedoch der Draht noch Cavallo's Elektrometer, welchem die messingene Kappe, um die Oberfläche zu vermindern, abgenommen war, bis auf  $3''$ . Ich schliesse daraus, daß die Intensität, wenn sie bis auf einen gewissen Grad abgenommen hat, lange dieselbe bleibt. Bei Wiederholungen des Versuches fand ich, daß die Gröfse, und besonders die Dauer der Divergenz von sehr veränderlichen Ursachen, welche man nicht voraus bestimmen kann, abhängt. Ich beobachtete daß die größte Divergenz, welche das Elektrometer ertragen konnte, nur  $1''\frac{2}{3}$  betrug, und daß die Dauer derselben bisweilen kürzer als die obige von 2 Min. war, bisweilen dagegen 6, 8, ja bis auf 19 Min. betrug. Alle Versuche stimmten noch darin überein, daß die Intensität ein gewisses Minimum hat, unter welchem die Zerstreuung der Elektrizität sehr langsam vor sich geht.

Um den Feuchtigkeitsgrad der Glocke zu bestimmen,

wurde das Elektrometer herausgenommen, und die Hygrometerröhre so weit eingeführt, daß der Federkiel etwas unter der Mitte der Glocke stand. Nach Verlauf von zwei Stunden zeigte der Hygrometer  $87^{\circ} \frac{1}{2}$  und blieb dabei stehen. Ich verschloß dann die Oeffnung der Glocke genau mit Papier, welches um die Glasröhre gewickelt war, aber das Quecksilber sank binnen einer ganzen Stunde nicht tiefer. Der Feuchtigkeitsgrad der Luft war also in der Glocke, weil das Thermometer  $20^{\circ} \frac{1}{2}$  angab,  $88^{\circ} \frac{1}{2}$ , und veränderte sich weder durch Oeffnen noch Verschließen der Glocke.

Um die Frage, ob Spitzen wirklich in feuchter Luft leichter als in trockner ausströmen, ganz zu lösen, fand ich, daß es nöthig war Metallspitzen anzuwenden, deren Leitungsfähigkeit begreiflicher Weise immer dieselbe bleibt. Ich richtete mir also zwei Elektrometer von Metalldrähten ohne Kugeln ein, welche sich oben in Ringen endeten, und in den Löchern einer Metallplatte aufgehängt wurden. Das erste war aus dem Messingdrahte No. 9 verfertigt, und seine Pendel waren  $2'' 8''' \frac{1}{2}$  lang. Die Pendel des zweiten Elektrometers waren zwei haarfeine Silberdrähte und etwas kürzer.

*Versuch 18.* Das erste Elektrometer wurde durch ein Loch in der Metallplatte an den Haken des Eisendrahts gehängt, und nach Einführung in die Glocke mit der Flasche, welche auf  $5^{\circ}$  geladen war, elektrisirt. Sobald diese entfernt war, fielen die Pendel schnell näher zusammen, und divergirten nach 12 Sec. nur  $2''' \frac{1}{2}$ , nach 30 Sec.  $2'''$  und nach einer Minute  $1''' \frac{3}{4}$ . Hiernach erhielt sich die Divergenz lange bei ungefähr  $1'''$ . Bei der ersten Wiederholung des Versuches erhielt ich bei gleichen Zeiten ungefähr dieselben Zahlen; als ich aber das Rohr weggenommen und erwärmt hatte, waren die Divergenzen ziemlich abweichend. Die größte Divergenz, welche ich 6 Sec. nach der Elektrisirung wahrnahm, betrug  $4''' \frac{1}{2}$  und die kleinste  $3''' \frac{1}{2}$ .

*Versuch 19.* Nach Erwärmung der Glasröhre wurde das feinere Metalldraht-Elektrometer an den Haken gehängt und in die Glocke eingeführt. Nachdem es von der Flasche mehr Elektrizität erhalten hatte als es behalten konnte, divergirten die Pendel nach 6 Sec.  $6''\frac{3}{4}$ , nach 30 Sec.  $5''\frac{1}{4}$ , nach einer Minute  $4''$  und nach 5 Min.  $3''$ . Ein anderes Mal erhielt ich nach 6 Sec.  $8''$ , nach 30 Sec. wie nach einer Minute  $6''\frac{1}{2}$  und nach 5 Min.  $5''\frac{3}{4}$ . Die Abnahme der Intensität war also nicht regelmässig und die Versuche mit den vorigen nicht übereinstimmend. — Durch Vergleichung dieses Elektrometers mit Volta's zweitem Elektrometer (welches dieselbe Intensität mit fünf Mal kleinerem Bogen als das erste angiebt) fand ich, daß jenes genau die doppelte Empfindlichkeit besaß, so daß die Divergenz von  $7''$  jenes mit  $7^\circ$  (halben Linien) dieses, und  $4''$  jenes mit  $4^\circ$  dieses correspondirén.

Nachher wurde die Glocke mit warmem Wasser gesperrt. Sie verdunkelte sich sogleich durch Wasserniederschläge, und das Hygrometer, welches hinein gesetzt ward, sank schnell und blieb nach einer halben Stunde auf  $98^\circ$  stehen. Da die Temperatur der Luft in der Glocke durch Einwirkung des warmen Wassers noch etwas höher als die umgebende seyn mußte, betrug die Correction gewiß  $2^\circ$ , und die Feuchtigkeit mußte also auf ihr Maximum gekommen seyn.

*Versuch 20.* Sobald die Wände der Glocke, nach dem Abfließen einiger Wassertropfen, das Inwendige zu sehen erlaubten, wurde das Glasrohr stark erwärmt und mit dem ersten Metallelektrometer in die Glocke eingesetzt. 6 Sec. nach der Elektrisirung divergirten die Drähte  $2''\frac{3}{4}$ , nach 30 Sec. und einer Minute  $1''\frac{3}{4}$ . Bei der ersten Wiederholung des Versuches beobachtete ich nach 6 Sec.  $3''\frac{3}{4}$ , nach 30 Sec.  $3''$  und nach einer Minute  $2''\frac{3}{4}$ . Nach 5 Min. war die Divergenz  $2''$  und nach 10 Min.  $1''\frac{1}{2}$ , also die Abnahme der Elektrizität auch in dieser mit Wassergas völlig gesättigten Luft, unter einer gewissen Intensität, sehr langsam.